

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2004 年 5 月 27 日 (27.05.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/044528 A1

- (51) 国際特許分類<sup>7</sup>: G01C 15/00, G06T 1/00      ろ台 4-2 1-9 Tokyo (JP). 大友 文夫 (OHTOMO, Fumio) [JP/JP]; 〒174-8580 東京都板橋区蓮沼町 7 5-1 Tokyo (JP). 大谷 仁志 (OHTANI, Hitoshi) [JP/JP]; 〒174-8580 東京都板橋区蓮沼町 7 5-1 Tokyo (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/014353
- (22) 国際出願日: 2003 年 11 月 12 日 (12.11.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:  
特願 2002-330130      2002 年 11 月 13 日 (13.11.2002)      JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社トプコン (KABUSHIKI KAISHA TOPCON) [JP/JP]; 〒174-8580 東京都板橋区蓮沼町 7 5-1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 村井 俊治 (MURAI, Shunji) [JP/JP]; 〒193-0833 東京都八王子市めじ
- (74) 代理人: 和泉 雄一 (IZUMI, Yuichi); 〒101-0062 東京都千代田区神田駿河台 1-5-6 コトー駿河台 5 1 3 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): CN, US.
- (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, RO, SE, SI, SK, TR).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書  
— 請求の範囲の補正の期限前の公開であり、補正書受領の際には再公開される。
- 2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 PCT ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: SURVEYING INSTRUMENT AND ELECTRONIC STORAGE MEDIUM

(54) 発明の名称: 測量装置と電子的記憶媒体

(57) Abstract: A surveying instrument for determining the distance to a survey object, the horizontal angle, and the elevation angle by using reflected light. An imaging device can be connected to the surveying instrument. Calculating means determines a formula defining a planar portion of the survey object from measurement of at least three points, specifies the planar portion by relating data on a digital image including the planar portion, and determines the three-dimensional position.

(57) 要約: 本発明は、反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角及び高度角を測定するための測量装置等であり、測量装置には撮像装置が接続可能となっており、演算処理手段が、少なくとも3点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定することができる。

WO 2004/044528 A1

## 明細書

### 測量装置と電子的記憶媒体

#### 技術分野

本発明は、測量装置と電子的記憶媒体に係わり、特に、角部にある測定点を測定可能なノンプリズム測定に関するものである。

#### 背景技術

コーナーキューブ等の反射部材を使用しないノンプリズム型のトータルステーション（測量機）を使用して、3次元測定を行う技術が開発されている。

しかしながら、例えば、建物の外観を測量する場合において、建物のエッジ部（角部）等の測量は極めて困難であるという問題点があった。これは、ノンプリズム型のトータルステーション（測量機）からの射出されるレーザー光等の測定光により測定を行うため、エッジ部の測量は困難なためである。

#### 発明の開示

本発明は上記課題に鑑み案出されたもので、反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角及び高度角を測定するための測量装置であり、測量装置には撮像装置が接続可能となっており、演算処理手段が、少なくとも3点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定することができる。

また本発明は、平面部分を構成して交わる少なくとも2直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、この直線の交点を演算して前記平面部分の3次元位置を決定することもできる。

そして本発明は、少なくとも2平面部分が連続的に交わる場合に、角を構成する3直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分の画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、直線の交点である角を演算して平面部分の3次元位置を決定することもできる。

更に本発明は、平面部分に直線部分を含む場合に、その直線を指定することにより、その直線の位置及び長さを演算することもできる。

また本発明は、平面部分に直線で囲まれた窓を有する場合に、その窓を指定することによりその窓を特定し、その窓の位置及び形状を演算することもできる。

そして本発明は、測量目標である平面部分上に位置するポイントがある場合に、そのポイントの画像データの重心位置を求め、測定された3点と関連付けることで、3次元位置を決定することもできる。

更に本発明は、測量目標に正対する場合に、1点の測定値から、測定目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定することもできる。

そして本発明は、測量装置に備えられる望遠鏡の視準により、平面部分が含まれる直線又は窓を指定することもできる。

更に本発明は、測量装置に備えられる表示部の画像をポイントすることにより、平面部分に含まれる直線又は窓を指定することもできる。

また本発明のエッジの抽出は、ラプラシアン等の空間フィルタを使用することもできる。

そして本発明の3次元測定方法は、反射光を利用し、測量目標までの距離と水平角度及び高度角を測定するための測量装置であって、この測量機には、測定方向のデジタル画像を得るための撮像装置が接続可能に構成され、第1工程では、平面部分の少なくとも3測定点を決定して測定し、第2工程では、測定して得られた3測定点の距離と角度のデータから平面部分が含まれる式を決定し、第3工程では、平面部分の属するデジタル画像データを関連付け、平面部分を特定する画像データと平面部分が含まれる式とから平面部分の3次元位置を決定することができる。

更に本発明のFD、CD、DVD、RAM、ROM、メモリカード等の電子的記憶媒体は、反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角度及び高度角を測定するための測量装置と撮像装置とから得られるデータを使用して、3次元測定を行うためのものであり、演算処理手段を実行させて、少なくとも3点の測定から、

測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定することができる。

#### 図面の簡単な説明

図1は、本実施例の原理を説明する図である。図2は、本実施例の原理を説明する図である。図3は、本実施例の原理を説明する図である。図4は、本実施例の原理を説明する図である。図5は、本実施例の原理を説明する図である。図6は、本実施例の原理を説明する図である。図7は、本実施例の原理を説明する図である。図8は、本発明の実施例の測量機1000を説明する図である。図9は、本発明の実施例の測量機1000を説明する図である。図10は、望遠鏡部4を説明する図である。図11は、本実施例の動作を説明する図である。図12は、本実施例の原理を説明する図である。

#### 発明を実施するための最良な状態

##### 【原理】

ここで、図1と図2とに示す様に、測定対象物である建物2000の角部2000aの3次元座標(X、Y、Z)を測定する例で説明する。本発明の使用形態として多いと思われる、直線で構成される平面からなる建物2000等で説明する。

まず、図1に示す様に、座標が既知である基準点O点上に設置された測量機から建物2000を構成する $\alpha$ 面を視準する。 $\alpha$ 面上のほぼ三角形を形成する任意の3点(予備測定点)を選び、各点までの距離・水平角及び高度角を測定する。

測定データにより予備測定点が含まれる平面の式を算出する。予備測定点が含まれる平面には、 $\alpha$ 面が含まれている。

なお、ノンプリズムの測量機により建物等の平面の測定については、本願出願人による特開平2000-97703号に記載されている。

また、測定と共に撮像装置100により、測定対象である建物2000のデジタル画像データを得る。

そして、画像と視準が同軸の構成では、画像中心と視準中心とが一致しているので、画像上の位置は、視準中心に対する水平と高度の角度で表すことができる。

そして、視準中心の水平角データ及び高度角データに基づき、画像上の位置は、水平角と高度角で算出される。

デジタル画像データを得るための画像センサ等の撮像素子は、格子状に配列された画素（ピクセル）から構成され、画像上に配列される各画素の位置は既知となっている。

直線で構成される建物等の角を求める場合、各画素の受光のバラツキに基づき、最小自乗法又は条件付き最小自乗法を用いて直線の式を導き出し、画像上での交点の位置、画像中心に対する水平と高度の角度を求めることができる。求められた水平と高度の角度は、視準中心に対する $\alpha$ 面にある建物の角の水平角と高度角に一致する。視準中心の水平角データと高度角データが既知であるので、建物の角の水平角データと高度角データは直ちに求まる。そして、視準中心点の距離が測定されると、先に求めた $\alpha$ 面の式により、建物の角の三次元位置を求めることができる。

なお画像と視準とが、同軸でない場合には、適宜の補正を施すこともできる。

第1の撮像素子110は広角の画像を撮像し、第2の撮像素子120は挟角の画像を撮像する。広角の画像と狭角の画像とは、それぞれ関連付けられている。広角の画像は全体像又は近景を撮影するのに適しており、狭角の画像は例えばその一部を拡大したり又は遠景を撮影するのに適している。

なお、望遠鏡の倍率をズーム式に構成すれば、第1の撮像素子110と第2の撮像素子120とを共用として、1つの撮像素子から構成することもできる。

更に予備測定点A付近の望遠鏡の像は図2に示す様になっており、十字線に合わせることで、窓付近の予備測定点を決定することもできる。

デジタル画像上の位置と測量による予備測定点の測定データとは関連付けられている。予備測定点に属する $\alpha$ 面は直線により区切られ一面を構成している。建物の位置、測地上の座標位置を特定する場合、特にビルディングは箱状のものが多く、角を特定すれば、その座標は容易に得られる。

まず、画像データの $\alpha$ 面を構成する直線のエッジを画像処理で抽出する。このエッジの抽出には、例えば、ラプラシアン等の空間フィルタを使用して、エッジを強調する。このラプラシアンは、微分画像を用いてエッジを強調するものであ

る。

そして、画像データに基づいて建物2000の上壁部で形成される第1直線L1と、第2直線L2の2つの直線を定め、この2つの直線の交点と画像上の予備測定点の位置との関係から、角部2000aの座標(X、Y、Z)を求める。

予備測定点の位置は、基準点から見た、既知点からの水平角(方向角)、高度角により特定される。

2つの直線は、ばらつきのある画像データに最小2乗法を適用して直線の式を求める。

この直線の決定には、例えば、最小2乗法から求めることができる。

直線の式を  $y = ax + b$

とすれば、第1直線L1と第2直線L2との2つの直線で説明したが、3本以上の直線を設定し、その交点を求めてもよい。

この場合には、交点の精度を高めることができるという効果がある。

以下に最小2乗法により、2つの直線のa、bを定めることができる。なお最小2乗法は、条件付き最小2乗法、重み付き最小2乗法とすることにより、更に精度良く直線を求め、座標を求めることができる。条件付き最小2乗法は、例えば、ビルの外観は垂直の直線で構成されていると条件付けることにより、建物の角は直線上にあり、結ぶ線は直線として求められ、垂直に立っていると求められる。条件付けることで、画像光学系の歪の影響を最小にする事が可能となると共に、計算過程を容易にすることもできる。更に、画素単位の受光検出を考慮した重み付き最小2乗法を加えることにより、より精度を高めて求めることもできる。

「数1」

最小二乗法の解法；  $y = ax + b$  の場合

$$\begin{cases} x_1 a + b = y_1 \\ x_2 a + b = y_2 \\ \vdots \\ x_n a + b = y_n \end{cases} \Rightarrow \begin{bmatrix} x_1 & 1 \\ x_2 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ x_n & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad \text{または } AX = B$$

$v_i = (x_i a + b) - y_i$  とすると

$$\begin{bmatrix} v_1 \\ v_2 \\ \vdots \\ v_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x_1 & 1 \\ x_2 & 1 \\ \vdots & \vdots \\ x_n & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} - \begin{bmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{bmatrix} \quad \text{または } V = AX - B$$

$$\Sigma v_i^2 = V^t V = \text{最小}$$

$$\frac{\partial V^t V}{\partial X} = 0 \quad \therefore A^t A X = A^t B$$

$$\begin{bmatrix} \Sigma x_i^2 & \Sigma x_i \\ \Sigma x_i & n \end{bmatrix} \begin{bmatrix} a \\ b \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \Sigma x_i y_i \\ \Sigma y_i \end{bmatrix}$$

$$a = \frac{n \Sigma x_i y_i - (\Sigma x_i)(\Sigma y_i)}{n \Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2}, \quad b = \frac{(\Sigma x_i^2)(\Sigma y_i) - (\Sigma x_i)(\Sigma x_i y_i)}{n \Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2}$$

第1直線L1を

$$y = a_1 x + b_1 \quad \dots\dots\dots (式1)$$

第2直線L2を

$$y = a_2 x + b_2 \quad \dots\dots\dots (式2)$$

とすれば、

この2つの直線の交点が、エッジ部分である建物2000の角部2000aと仮想的に、決定することができる。

更に、基準点に置かれた測量機1000による予備測定点2000bまでの距離と、水平角（方向角）、高低角のデータを使用すれば、測定点の3次元座標（X、Y、Z）を演算することができる。

即ち、測量機1000の基準位置の座標、方向角に基づいて、予備測定点2000bの3次元座標（X<sub>b</sub>、Y<sub>b</sub>、Z<sub>b</sub>）を測定することができるので、同一平面上にある建物2000の角部2000aの3次元座標（X、Y、Z）を演算することができる。

なお、画像処理のみでは精度は得られない。例えば、建物等の画像のエッジ部分は直線であるが、部分的に受光する画素もあり、画像を形成するデータは直線状にばらついている。そのため画像データに基づいて、建物の角位置を求める場合、配列される画素以上の精度は得られない。

以上は、測定目標である建物2000等を斜めに視準している場合である。これが略正対している状態であり、平面部分に対して略垂直に視準している場合には、正確には3点の測量が必要であるが、1点の測量であっても事実上問題ない。1点の測量の場合には、3点の測量に代えて1点でも可能である。

更に説明では、直線のエッジ検出に基づいて平面部分を決定したが、平面の部分にある交点或いは単なるポイントの重心位置を画像データから検出して、その交点或いはポイントの3次元位置を決定することも可能である。

#### 【実施例】

以下、本発明の実施例を図面により説明する。

図8と図9とに示す様に測量機1000は、トータルステーションであり、角度（鉛直角及び水平角）を検出する電子セオドライトと、光波距離計を内蔵するものである。

測量機1000は、望遠鏡部4と、望遠鏡部4を上下回転できるように支持する托架部3と、托架部3を水平回転できるように支える基盤部2とから構成されている。基盤部2は、整準台5を介して三脚等に取り付け可能となっている。

測量機1000には、操作・入力部5000の一部である操作パネル7が形成され、表示部4300の一部となるディスプレイ6が取り付けられている。更に、望遠鏡部4には、対物レンズ8が露出している。

撮像装置100は、画像装置データをデジタルデータに変換するためのものであり、例えば、デジタルカメラ等の電子カメラである。この撮像装置100は、広角の画像を撮像するための第1撮像装置110と、狭角の画像を撮像するための第2撮像装置120とから構成されている。

ここで図10に基づいて、望遠鏡部4の光学的構成を説明する。

望遠鏡部4は、対物レンズ8と、ダイクロイックミラー20と、コンデンサレンズ41と、第3のハーフミラー33と、第1画像センサ210と、第2画像センサ220と、合焦レンズ12とから構成されている。

ダイクロイックミラー20は、第1のプリズム21と第2のプリズム22と第3のプリズム23とから形成され、第1のハーフミラー24と第2のハーフミラー25が形成されている。

対物レンズ8から入射した光は、ダイクロイックミラー20に入り、測定光と可視光の一部の光は、第1のハーフミラー24で反射され、コンデンサレンズ41を介して、第1画像センサ210と第2画像センサ220とに結像する様に構成されている。



第2のハーフミラー25では、測定光のみが反射され距離が測定される。

コンデンサレンズ41を通過した光は、第3のハーフミラー33で一部の光が反射され、第2の画像センサ220に結像する様になっている。また、第3のハーフミラー33を透過した光は、第1画像センサ210に結像する様になっている。

第1画像センサ210と第2画像センサ220で受光された受光信号は、制御演算部4000により、表示部4300に表示可能に構成されている。なお、第1画像センサ210は第1撮像装置110に対応し、第2画像センサ220は第2撮像装置120に対応するものである。

第1のハーフミラー24を透過した光は、合焦レンズ12を介して、接眼部に導く様に構成されている。

次に図8に基づいて、本実施例の測量機1000の電氣的構成を説明する。

測量機1000は、測距部1100と、角度測定部1400と、記憶部4200、表示部4300と、駆動部4400と、制御演算部4000と、操作・入力部5000とから構成されている。ここで、記憶部4200はデータ、プログラム等を記憶するためのものである。表示部4300と操作・入力部5000とにより、使用者が、測量機1000を操作等することができる。

測距部1100はノンプリズムタイプの光波距離計が使用されている。測距部は、1100発光部1110と受光部1120とを備えており、発光部1110から発光した測距光が、測定対象物の方向へ射出する。測定対象物からの反射光が受光部1120に入射する様に構成されており、測定対象物までの距離を測定することができる。

即ち、測量機1000から測定対象物までの距離は、発光部1110がパルス発光してから、受光部1120で受光されるまでの時間差により算出される。なお、この演算は制御演算部4000で実行される。

測角部1400は、鉛直角測角部1410と水平角測角部1420とから構成されている。本実施例では、回動部に取り付けられたロータと、固定部の形成されたステータとからなる水平角エンコーダと、鉛直角エンコーダとが使用されている。なお測角部1400は、角度検出器に該当するものである。

駆動部 4 4 0 0 は、水平駆動部 4 4 1 0 と高低駆動部 4 4 2 0 とから構成されており、測量機 1 0 0 0 をモータにより、水平方向及び高低方向に回転させることができる。

制御演算部 4 0 0 0 は、CPU 等を含み、各種演算等を実行するものである。

次に図 3 と図 6 に示す様に、測定対象物である建物 2 0 0 0 の角部 2 0 0 0 a の 3 次元座標 (X、Y、Z) を測定する例で説明する。

図 1 1 に示す様に、まずステップ 1 (以下、S 1 と省略する) では、図 3 の角部 2 0 0 0 a の付近の壁面を予備測定点 A、B、C として 3 点を適宜決定する。次に、測量機 1 0 0 0 の距離測定部 1 1 0 0 により、予備測定点 A、B、C までの距離と水平角と高低角を測定すると共に、撮像装置 1 0 0 で測定対象物である建物 2 0 0 0 を撮像する。撮像装置 1 0 0 は、第 1 撮像装置 1 1 0 が広角の画像を撮像し、第 2 撮像装置 1 2 0 が挟角の画像を撮像することができるので、必要に応じて選択する。

次に S 2 では、測量機 1 0 0 0 の演算部 1 3 0 0 が、撮像装置 1 0 0 から得られた画像から、測量機 1 0 0 0 で計測した予備測定点 A、B、C の付近の直線を指定する。即ち、建物 2 0 0 0 の角を構成する直線を抽出する。

測量機 1 0 0 0 の演算部 1 3 0 0 が、ラプラシアン等の空間フィルタを使用してエッジを強調することができる。

更に S 3 では、測量機 1 0 0 0 の演算部 1 3 0 0 が、建物 2 0 0 0 の角を構成する第 1 直線 L 1 と、第 2 直線 L 2 の 2 つの直線を定める。この直線の決定には、例えば、最小 2 乗法又は条件付き最小自乗法から求めることができる。

次に S 4 では、測量機 1 0 0 0 の演算部 1 3 0 0 が、予備測定点と 2 つの直線の交点から、角部 2 0 0 0 a の座標 (X、Y、Z) を求めることができる。

即ち、測量機 1 0 0 0 により、予備測定点 A、B、C の 3 次元座標を測定することができるので、A、B、C により特定された同一平面上にある建物 2 0 0 0 の角部 2 0 0 0 a の 3 次元座標 (X、Y、Z) を、測量機 1 0 0 0 の演算部 1 3 0 0 が演算することができる。

更に望遠鏡の像は図 4 に示す様になっており、直線部分近くに十字線を合わせることににより、第 1 直線 L 1 付近の予備測定点 A ( $\alpha 1$ 、 $\beta 1$ )、第 2 直線 L 2

付近の測定点B ( $\alpha 2$ 、 $\beta 2$ ) を決定することもできる。また図5に示す様に、角付近の測定点C ( $\alpha 3$ 、 $\beta 3$ ) に十字線を合わせることで決定することもできる。

高さ（奥行き）Zの演算方法を、図12に基づいて説明する。

三角形 $\triangle P_1 P_2 P_3$ から形成される平面の方程式は、以下の様になる。

$$a' X + b' Y + c' = Z \quad \dots\dots\dots (式3)$$

ここで、 $P_1 (x_1, y_1, z_1)$ 、 $P_2 (x_2, y_2, z_2)$ 、 $P_3 (x_3, y_3, z_3)$  が既知とすると、

「数2」

$$\begin{pmatrix} x_1 & y_1 & 1 \\ x_2 & y_2 & 1 \\ x_3 & y_3 & 1 \end{pmatrix} \begin{pmatrix} a' \\ b' \\ c' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} z_1 \\ z_2 \\ z_3 \end{pmatrix}$$

$\dots\dots\dots (式4)$

この式4の連立方程式を解き、 $a'$ 、 $b'$ 、 $c'$ を求めることができる。

$a'$ 、 $b'$ 、 $c'$ を決定されると、三角形内 ( $P_1$ 、 $P_2$ 、 $P_3$ ) の全点の標高は、

$$z_j = a' x_j + b' y_j + c'$$

より計算することができる。これをTIN（三角網）という。

図7は角部がない場合の建物である。この場合は、建物2000の直交する2平面を求め、その直線部分を延長して角部を想定して、3次元位置を算出して位置座標を求める。更に、図3の窓部は直線により囲まれた部分であり、窓を指定した場合には直線の式を応用して、 $\alpha$ 面に対する窓部分の位置及び形状が特定できる。

また平面部分に直線部分を含む場合に、その直線を指定することにより、その直線の位置及び長さを演算する構成にすることもできる。

更に、平面部分に直線で囲まれた窓を有する場合に、その窓を指定することに

よりその窓を特定し、その窓の位置を演算する構成にすることもできる。

そして、測量装置に備えられる望遠鏡の視準により、平面部分が含まれる直線又は窓を指定する構成にすることもできる。

また、測量装置に備えられる表示部の画像をポイントすることにより、平面部分に含まれる直線又は窓を指定する構成にすることもできる。

なお、測量機 1000 の演算部 1300 が演算する手順を記憶したプログラムを、FD、CD、DVD、RAM、ROM、メモ리카ード等の電子的記憶媒体に格納することができる。

そして精度を高める場合には、測量機 1000 と撮像装置 100 との正確なキャリブレーションを行う必要がある。

以上の様に構成された本発明は、反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角及び高度角を測定するための測量装置であって、この測量装置には水平角及び高度角に関連付けられたデジタル画像を得るための撮像装置が接続可能に構成されており、少なくとも 3 点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定するための演算処理手段を備えて構成されているので、ノンプリズム測定を使用しても、角部にある測定点が測定可能となるという効果がある。

#### 産業上の利用可能性

本発明は、測量装置等に係わり、特に、角部にある測定点を測定可能なノンプリズム測定に関するものである。この測量装置には撮像装置が接続可能となっており、演算処理手段が、少なくとも 3 点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定することができる。

## 請求の範囲

- 1。 反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角及び高度角を測定するための測量装置であって、この測量装置には、水平角及び高度角に関連付けられたデジタル画像を得るための撮像装置が接続可能に構成されており、少なくとも3点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データに関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定するための演算処理手段を備えた測量装置。
- 2。 平面部分を構成して交わる少なくとも2直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、この直線の交点を演算して前記平面部分の3次元位置を決定する請求項1記載の測量装置。
- 3。 少なくとも2平面部分が連続的に交わる場合に、角を構成する3直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分の画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、直線の交点である角を演算して前記平面部分の3次元位置を決定する請求項1記載の測量装置。
- 4。 平面部分に直線部分を含む場合に、その直線を指定することにより、その直線の位置及び長さを演算する請求項1記載の測量装置。
- 5。 平面部分に直線で囲まれた窓を有する場合に、その窓を指定することによりその窓を特定し、その窓の位置及び形状を演算する請求項1記載の測量装置。
- 6。 測量目標である平面部分上に位置するポイントがある場合に、そのポイントの画像データの重心位置を求め、測定された3点と関連付けることで、3次元位置を決定する請求項1記載の測量装置。
- 7。 測量目標に正対する場合に、1点の測定値から、測定目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データに関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定する請求項1記載の測量装置。
- 8。 測量装置に備えられる望遠鏡の視準により、平面部分が含まれる直線又は窓を指定する請求項4又は請求項5記載の測量装置。

9。 測量装置に備えられる表示部の画像をポイントすることにより、平面部分に含まれる直線又は窓を指定する請求項4又は請求項5記載の測量装置。

10。 エッジの抽出は、ラプラシアン等の空間フィルタを使用する請求項1記載の測量装置。

11。 反射光を利用し、測量目標までの距離と水平角度及び高度角を測定するための測量装置であって、この測量機には、測定方向のデジタル画像を得るための撮像装置が接続可能に構成され、平面部分の少なくとも3測定点を決定し測定する第1工程、測定して得られた前記3測定点の距離と角度のデータから前記平面部分が含まれる式を決定する第2工程と、前記平面部分の属するデジタル画像データを関連付ける第3工程と、前記平面部分を特定する画像データと平面部分が含まれる式とから前記平面部分の3次元位置を決定する3次元測定方法。

12。 反射光を利用し、測定目標までの距離と水平角及び高度角を測定するための測量装置と撮像装置とから得られるデータを使用して、3次元測定を行うためのものであり、演算処理手段を実行させて、少なくとも3点の測定から、測量目標の平面部分が含まれる式を決定すると共に、その平面部分の属するデジタル画像データを関連付けることで、その平面部分を特定し、3次元位置を決定する手順を示すプログラムが記憶されているFD、CD、DVD、RAM、ROM、メモリカード等の電子的記憶媒体。

13。 平面部分を構成して交わる少なくとも2直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、この直線の交点を演算して前記平面部分の3次元位置を決定する請求項10記載の電子的記憶媒体。

14。 少なくとも2平面部分が連続的に交わる場合に、角を構成する3直線部分のエッジを抽出し、このエッジの部分の画像データに基づき、最小二乗法又は条件付き最小二乗法により直線を決定し、直線の交点である角を演算して前記平面部分の3次元位置を決定する請求項10記載の電子的記憶媒体。

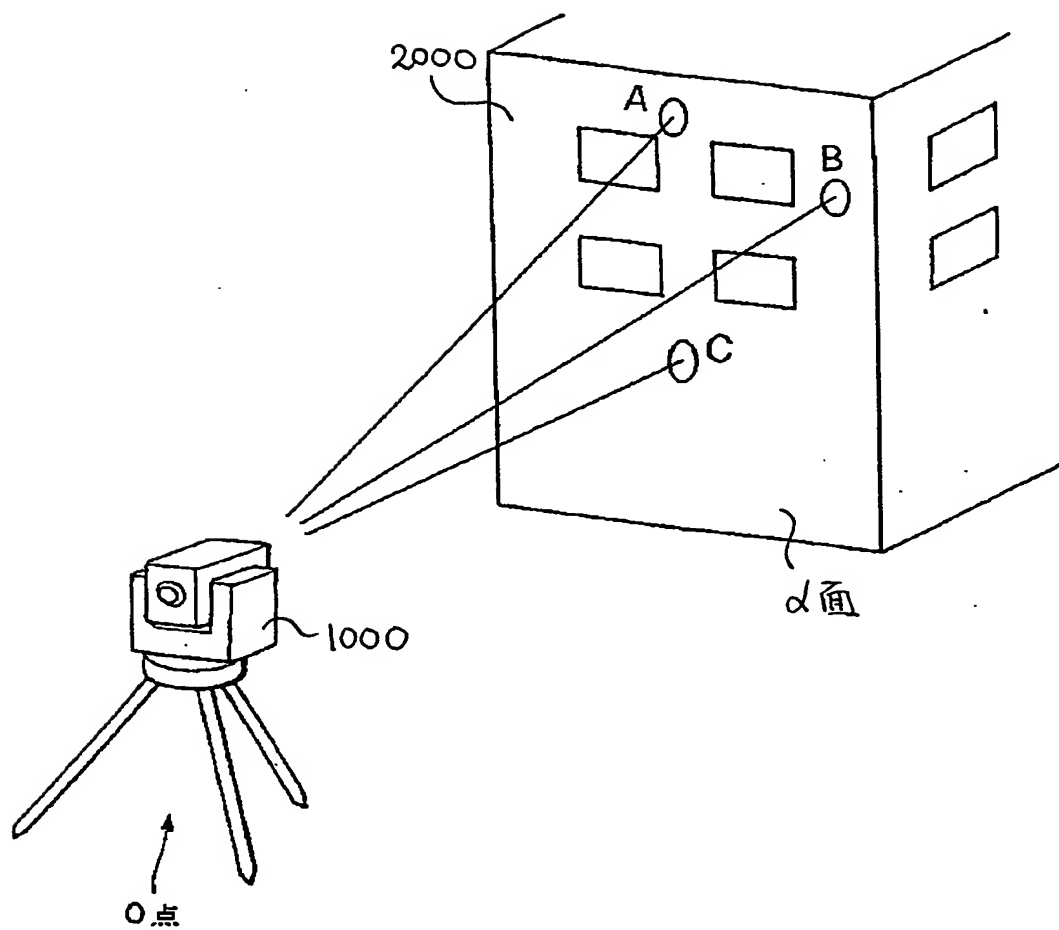


図 1

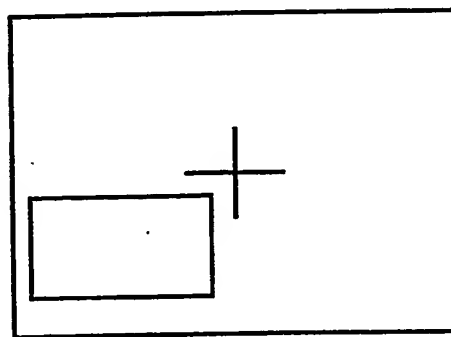


図 2

2/6

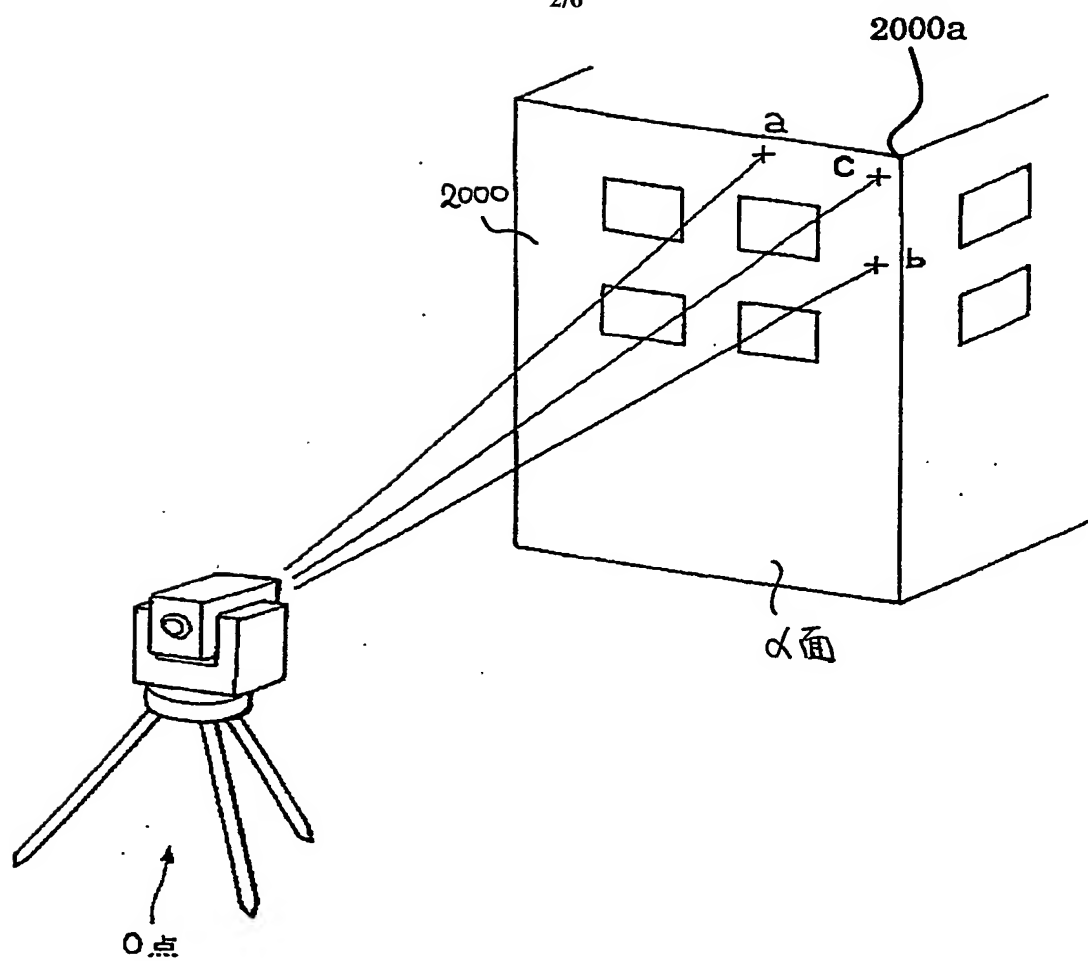


図 3

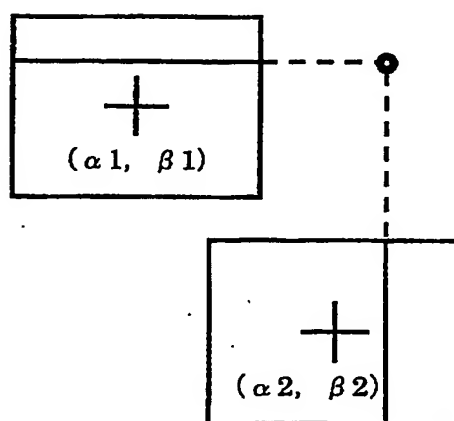


図 4



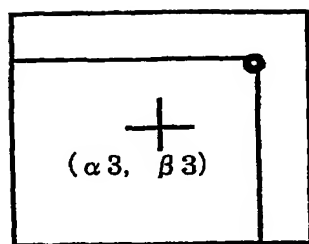


図 5

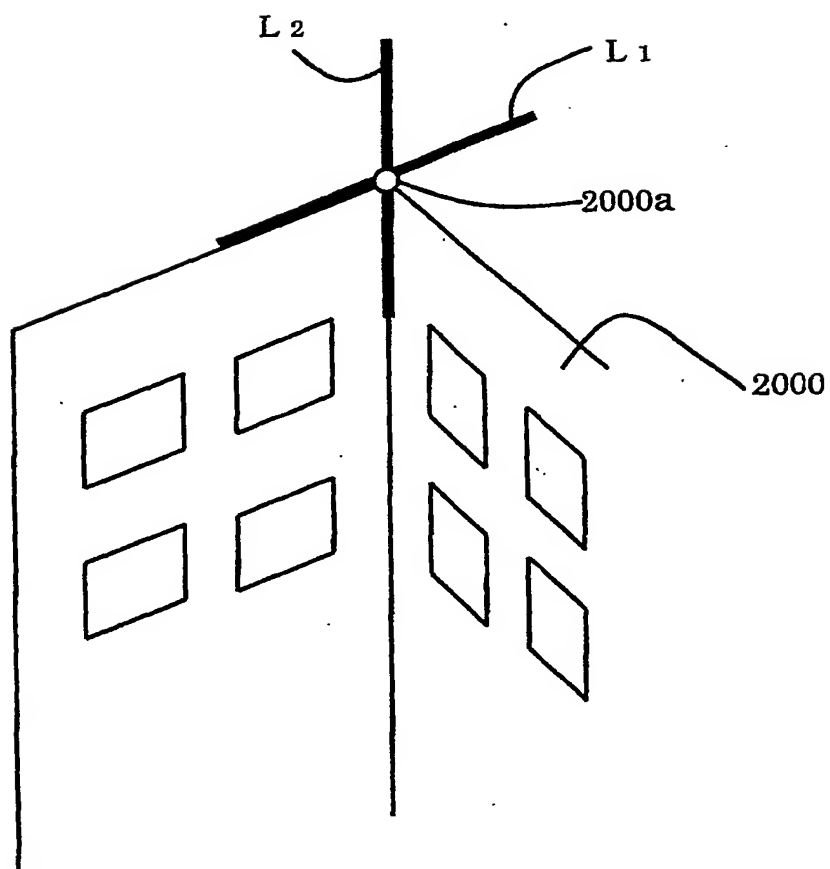


図 6

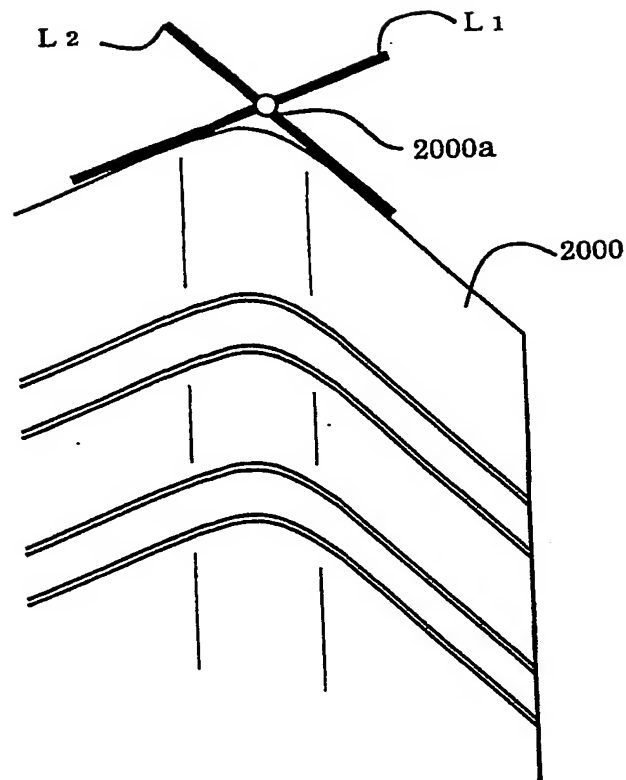


図 7

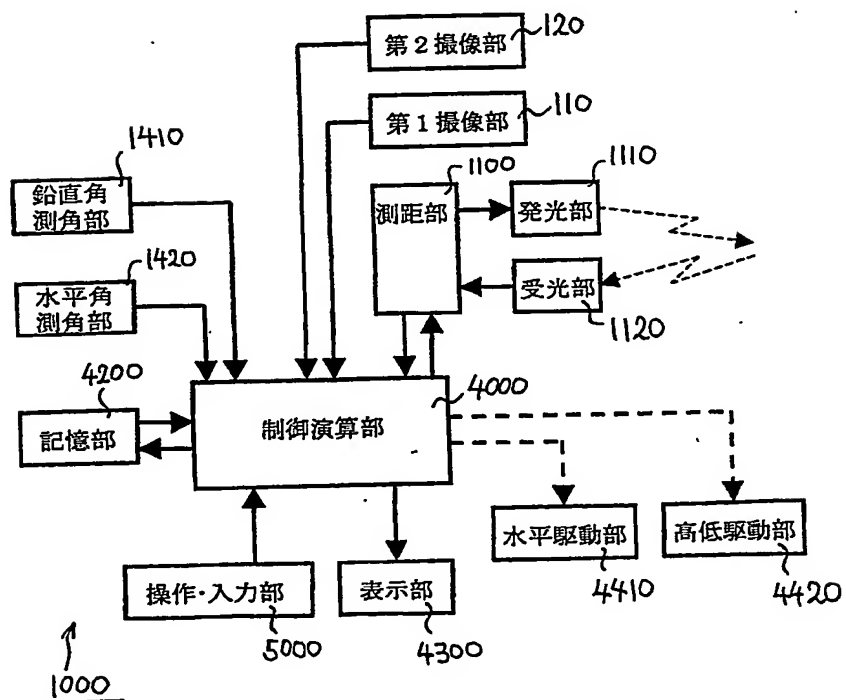


図 8

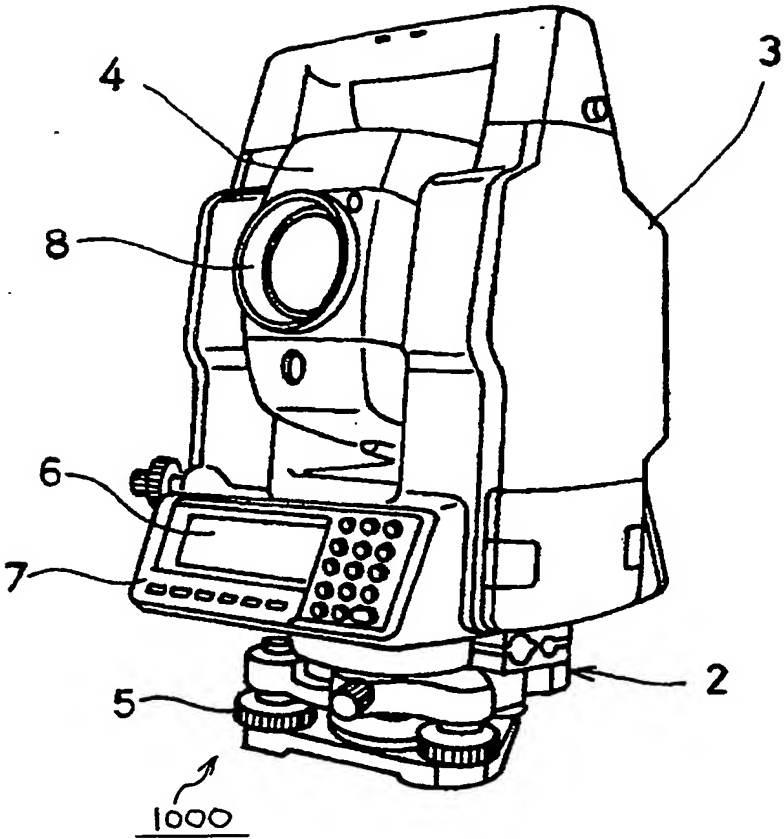


図 9

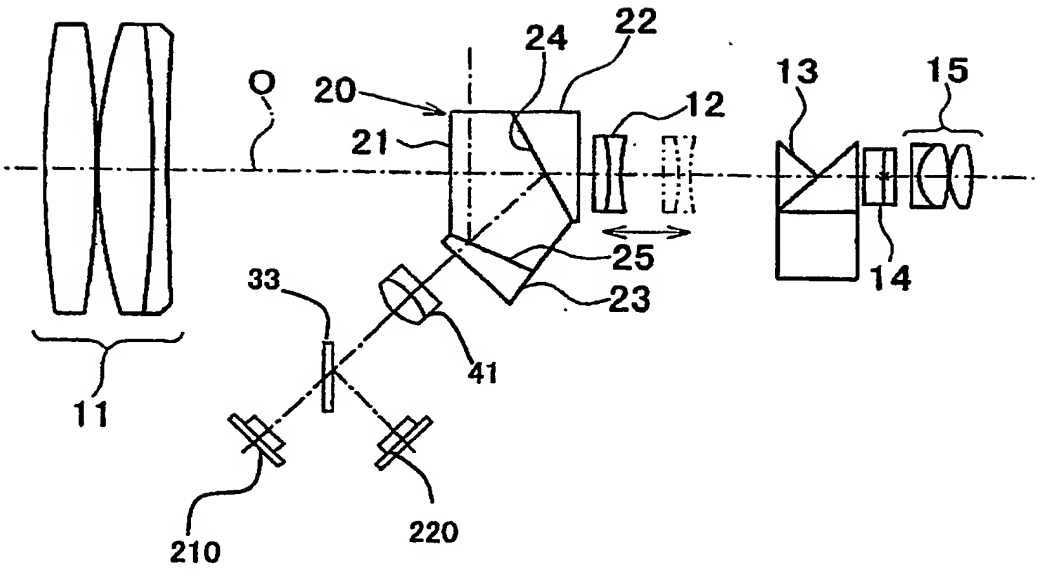


図 10

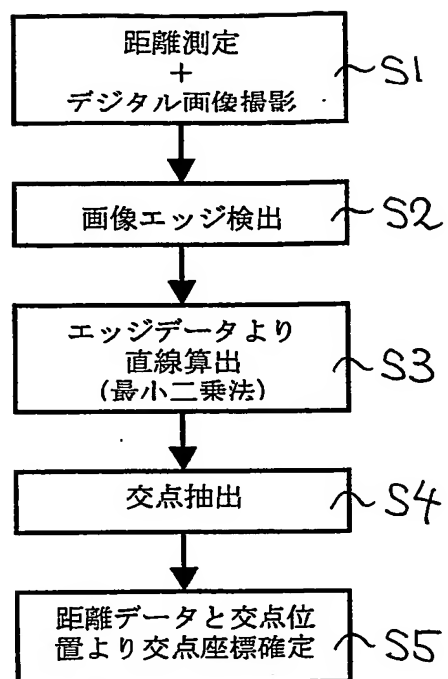


図 1 1

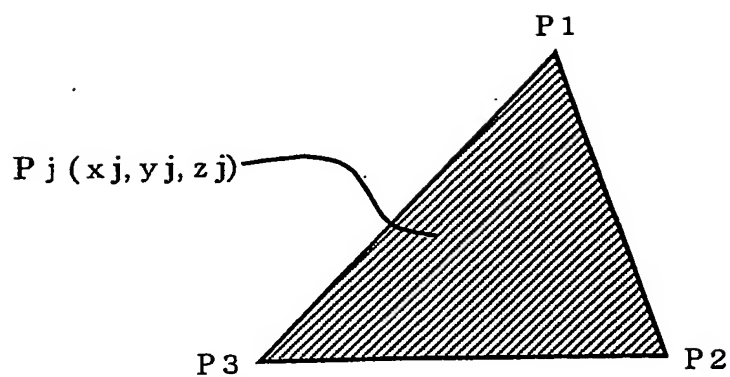


図 1 2

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/JP03/14353

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> Int.Cl <sup>7</sup> G01C15/00, G06T1/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) Int.Cl <sup>7</sup> G01C15/00, G06T1/00, G01B11/00		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2004 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2004 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2004		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2001-33245 A (Yugen Kaisha Maeda Science), 09 February, 2001 (09.02.01),	1, 4-6, 9, 11, 12
Y	Full text; all drawings (Family: none)	2, 3, 7, 8, 10, 13, 14
Y	EP 1024342 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOPCON), 02 August, 2000 (02.08.00), Full text; all drawings & JP 2000-221037 A & US 6473166 B1	2, 3, 7, 8, 10, 13, 14
A	EP 1033556 A1 (Kabushiki Kaisha TOPCON), 06 September, 2000 (06.09.00), Full text; all drawings & JP 2000-97703 A & US 6473716 B1 & WO 00/17606 A1	1-14
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed		"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family
Date of the actual completion of the international search 05 April, 2004 (05.04.04)		Date of mailing of the international search report 20 April, 2004 (20.04.04)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP03/14353

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2001-153652 A (Sumitomo Forestry Co., Ltd.), 08 June, 2001 (08.06.01), Full text; all drawings (Family: none)	1-14

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>1</sup> G01C15/00, G06T1/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl<sup>1</sup> G01C15/00, G06T1/00, G01B11/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
 日本国公開実用新案公報 1971-2004年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2004年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2004年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X	JP 2001-33245 A (有限会社 前田サイエンス) 2001.02.09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1, 4-6, 9, 11, 12
Y		2, 3, 7, 8, 10, 13, 14
Y	EP 1024342 A1 (KABUSHIKI KAISHA TOPCON) 2000.08.02, 全文, 全図 & JP 2000-221037 A & US 6473166 B1	2, 3, 7, 8, 10, 13, 14

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの  
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの  
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)  
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献  
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

- 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの  
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの  
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの  
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

05.04.2004

国際調査報告の発送日

20.4.2004

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

山下 雅人

2S

3100

電話番号 03-3581-1101 内線 3256

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	EP 1033556 A1 (Kabushiki Kaisha TOPCON) 2000.09.06, 全文, 全図 &JP 2000-97703 A &US 6473716 B1 &WO 00/17606 A1	1-14
A	JP 2001-153652 A (住友林業株式会社) 2001.06.08, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-14